



Application No. 10/603,433  
Paper Dated Nov. 28, 2006  
Notice of Allowance Dated Nov. 28, 2006  
Attorney Docket No. 0116-031068

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No. : 10/603,433 Confirmation No. 4312  
Applicant : Hiroyoshi KAZUMORI  
Filed : June 25, 2003  
Title : SCANNING ELECTRON MICROSCOPE AND METHOD  
OF CONTROLLING SAME  
Art Unit : 2881  
Examiner : Zia R. Hashmi  
Customer No. : 28289

Mail Stop ISSUE FEE  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Sir:

Attached hereto is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-189936 which corresponds to the above-identified United States patent application and which was filed in the Japanese Patent Office on June 28, 2002. The priority benefits provided by Section 119 of the Patent Act of 1952 are claimed for the above application.

Respectfully submitted,

THE WEBB LAW FIRM

By

David C. Hanson, Reg. No. 23,024  
Attorney for Applicant  
700 Koppers Building  
436 Seventh Avenue  
Pittsburgh, PA 15219  
Telephone: 412-471-8815  
Facsimile: 412-471-4094  
E-Mail: webblaw@webblaw.com

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on November 28, 2006.

Lori A. Fratangelo  
(Name of Person Mailing Paper)

11/28/2006  
Date

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 2 年    6 月 2 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号      特 願 2 0 0 2 - 1 8 9 9 3 6  
Application Number:

ST. 10/C] :      [ J P 2 0 0 2 - 1 8 9 9 3 6 ]

願      人      日 本 電 子 株 式 会 社  
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年    4 月 2 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 20010331

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 37/14  
H01J 37/28

【発明者】

【住所又は居所】 東京都昭島市武蔵野 3 丁目 1 番 2 号 日本電子株式会社  
内

【氏名】 数森 啓悦

【特許出願人】

【識別番号】 000004271

【氏名又は名称】 日本電子株式会社

【代表者】 江 藤 輝 一

【電話番号】 042-542-2165

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008280

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査電子顕微鏡

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子銃と、該電子銃から発生した電子ビームを細く集束して試料に照射するための対物レンズと、試料を電子ビームに対して傾斜させる試料傾斜手段と、試料に負電圧を印加するための電源とを備えた走査電子顕微鏡において、前記対物レンズと試料との間の電子ビーム通路を囲むように配置される筒状のシールド電極と、該シールド電極の試料側の先端部に絶縁的に取り付けられる先端電極とを設け、前記シールド電極には対物レンズの磁極とほぼ同じ電位を与え、前記先端電極には前記試料とほぼ同電位を与え得るようにしたことを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 2】

前記シールド電極を電子ビーム通路から待避させる待避機構を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 3】

前記シールド電極を電子ビーム通路に沿って移動させるための移動手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 4】

前記シールド電極は、対物レンズ内に収納可能に設けられていることを特徴とする請求項 3 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 5】

前記試料傾斜手段による試料傾斜が大きくなるのに応じて前記シールド電極を電子ビーム通路に沿って上昇させるように前記移動手段を制御する制御手段を備えることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 6】

試料と対物レンズとの距離を変化させる試料昇降手段を備えると共に、該試料昇降手段による試料と対物レンズとの距離の変化にかかわらず前記試料と前記シールド電極との距離がほぼ一定に保たれるように前記移動手段を制御する制御手

段を備えることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれかに記載の走査電子顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は走査電子顕微鏡に関し、特に試料に負電圧を印加するリターディング法を利用した際に、試料を傾斜させても高分解能像を得ることの可能な走査電子顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】

走査型電子顕微鏡において、試料のチャージアップやダメージを避けるために、低加速電圧の電子ビームを用いた試料観察が行われるが、対物レンズの球面／色収差は通過する電子ビームのエネルギーが低いほど悪化する傾向がある。それを避けるため、電子ビームのエネルギーを高くして対物レンズ領域を通過させると共に、試料に負の電位を印加することにより試料直前で電子ビームを減速して試料に入射させる方法が実用化されている。この方法はリターディング法と呼ばれており、低加速電圧においても高い分解能で試料観察が可能である。この場合、試料から発生した 2 次電子は、対物レンズからの磁界にとらえられて内側磁極の中を通過して対物レンズ上部へ進行するため、対物レンズの内部あるいは対物レンズ上部で 2 次電子を検出する。このリターディング法では、試料と対物レンズとの間に一次電子ビームを減速させる電界が発生しているが、試料を傾斜させない場合、試料と対物レンズとの電界は電子ビームの光軸に対して軸対称性が保たれるので、一次電子ビームに与える影響(軸外収差／非点収差等)は小さい。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記に述べたようなリターディング法では、試料を傾斜させたとき、試料と対物レンズの間に形成される電界は電子ビームの光軸に対して軸対称性が崩れ、軸外収差／非点収差等が増大して一次電子ビームを細く絞れなくなると高分解能が得られない問題が生じる。

**【0004】**

本発明は、リターディング法を用い、試料を傾斜させた場合でも軸外数差／非点収差等の発生が抑えられ、分解能の低下を防止することができる走査電子顕微鏡を提供する。

**【0005】****【課題を解決するための手段】**

この目的を達成するため、本発明は、電子銃と、該電子銃から発生した電子ビームを細く集束して試料に照射するための対物レンズと、試料を電子ビームに対して傾斜させる試料傾斜手段と、試料に負電圧を印加するための電源とを備えた走査電子顕微鏡において、前記対物レンズと試料との間の電子ビーム通路を囲むように配置される筒状のシールド電極と、該シールド電極の試料側の先端部に絶縁的に取り付けられる先端電極とを設け、前記シールド電極には対物レンズの磁極とほぼ同じ電位を与え、前記先端電極には前記試料とほぼ同電位を与え得るようにしたことを特徴とする。

**【0006】****【発明の実施の形態】**

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は本発明に基づく走査型電子顕微鏡の一例を示す。1は電子銃で、電子銃1から発生した一次電子ビームE<sub>b</sub>は、集束レンズ2とセミインレンズ型の対物レンズ3によって試料4上に細く集束される。一次電子ビームE<sub>b</sub>は、走査コイル5によって偏向され、試料4上を二次元的に走査される。なお、走査コイル5には、図示していない走査信号発生回路から観察倍率に応じた振幅の2次元走査信号が供給される。10は、この走査型電子顕微鏡を制御する制御装置でパソコン等のコンピュータから成り、図示していないがキーボード、マウス等の入力装置と、表示装置（CRT）等を備えている。

**【0007】**

試料4を載置する試料ステージ7は、一次電子ビームE<sub>b</sub>の光軸に垂直な平面内のX、Y軸方向の水平移動機構、Z軸方向（光軸方向）の垂直移動機構および傾斜機構を備え、ステージ駆動回路12を介して制御装置10によって制御される

。また、試料 4 (試料ステージ 7) には電源 11 が接続されるが、この電源 11 は試料 4 に負電圧を印加し、電子ビーム E b を減速させるためのリターディング用の電源である。

#### 【0008】

対物レンズ 3 は、電子ビーム通路を取り巻くように配置される内側磁極 3 b、その外側を取り巻くように配置される外側磁極 3 c、両磁極を接続するヨーク 3 a 及び励磁コイル 3 d より構成されている。対物レンズ 3 の中央付近には、レンズの外側から光軸へ向けて磁極 3 a、3 b を貫通する孔 3 e、3 f が対称に開けられている。そして、一方の孔 3 e には 2 次電子検出器 6 が挿入されており、試料 4 から発生し対物レンズ 3 内を上昇してきた 2 次電子は、孔 3 e の中へ誘引されて 2 次電子検出器 6 へ入射して検出される。

#### 【0009】

2 次電子検出器 6 は図示していないがシンチレータと光電子増倍管とを組み合わせた構造を有しており、先端に設けられた円形のシンチレータの周囲部分にはリング状の電極が設けられ、その電極には 2 次電子を引き寄せる正の 10 kV 程度の電圧が印加される。2 次電子検出器 6 の検出信号は、図示していないが、増幅器によって増幅された後、表示装置に供給されるため、表示装置の画面には試料の 2 次電子像が表示される。

#### 【0010】

8 は、対物レンズ 3 と試料 4 との間に電子ビーム E b の通路を囲むように配置される筒状のシールド電極であり、磁極 3 b、3 c と同じ電位 (通常はアース電位) が与えられる。9 は、シールド電極を保持し移動させる移動機構である。この移動機構 9 は、前記孔 3 f を介して対物レンズ 3 内に挿入されると共に、シールド電極 8 を電子ビーム E b の光軸に沿って上下させる機構を備えており、最も上に位置させた時、シールド電極 8 が対物レンズ内にすべて収納されるようになっている。移動機構 9 は、移動機構制御回路 14 を介して制御装置 10 によって制御される。

#### 【0011】

シールド電極 8 の先端部にはリング電極 8 a が電氣的絶縁体を介して取り付け

られており、そのリング電極 8 a には電源 13 が接続されている。前記移動機構 9 およびシールド電極 8 の内面には、電子が入射したときに 2 次電子を発生する効率の高い材料、例えば重元素材料がコーティングされている。これにより、電子ビーム E b の照射により試料 4 より発生した 2 次電子が対物レンズ内を上昇する際に、前記移動機構 9 およびシールド電極 8 の内面に入射衝突した場合、入射した数よりも多い 2 次電子が発生し、対物レンズ内で 2 次電子を増幅することができる。以上の構成の動作を次に説明する。

#### 【0012】

まず、試料傾斜をさせないでリターディング法により観察を行う場合、先に述べたように、対物レンズ 3 と試料 4 の間での電界の軸対称性の乱れは発生しないため、シールド電極 8 は不要であり、制御装置 10 はシールド電極 8 を最も上に位置させ、シールド電極 8 が対物レンズ内にすべて収納されるようにする。これにより、試料像(2 次電子像)を高分解能で観察することができる。

#### 【0013】

一方、試料傾斜を行う場合、制御装置 10 は、シールド電極 8 を下降させて対物レンズ 3 と試料 4 との間に配置させるが、その際、試料ステージ 7 の高さ位置情報 Z 及び傾斜角度の情報  $\theta$  に基づき、シールド電極 8 の先端部が試料 4 に接触しないで適切な間隔を置くような位置でシールド電極 8 を停止させる。オペレータが傾斜角度を増すように指示あるいは操作した場合、試料 4 とシールド電極 8 の先端部の間隔が縮まるので、制御装置 10 は傾斜角度の情報  $\theta$  に基づきシールド電極 8 を上昇させ、適切な間隔が維持されるようにする。オペレータが試料ステージ 7 の上下を指示した場合にも、全く同様に制御装置 10 はシールド電極 8 をそれに合わせて上下させ、適切な間隔が維持されるようにする。

#### 【0014】

このように試料 4 を傾斜させた状態で 2 次電子像を観察する場合、図示していない走査信号発生回路から走査信号が走査コイル 5 に供給され、試料 4 上の対物レンズ直下の領域が電子ビーム E b によってラスタ走査される。電子ビーム E b の加速電圧は、例えば  $-4\text{ kV}$  と高く設定され、比較的高いエネルギーで電子ビーム E b が対物レンズ 3 内部を通過することから、電子ビーム E b が対物レン



ズ 3 から受ける収差は低減される。そして、試料 4 には電源 11 より例えば  $-3\text{ kV}$  の負電圧が印加されるため、電子ビーム  $E_b$  は試料 4 の直前で減速され、 $1\text{ kV}$  のエネルギーにて試料 4 に照射される。

#### 【0015】

なお、従来このように試料 4 に負電圧を印加したリターディング法では、試料ステージ 7 を傾斜させると、接地電位である対物レンズ 3 との間に発生する電界には、図 2 に示すような等電位線の乱れが生じる。これにより破線で示す光軸に対して電界の軸対称性が崩れ、光軸上に横方向の電界成分が発生し、電子ビーム  $E_b$  は傾斜方向に曲げられる結果、軸外収差／非点収差等が増大して高分解能が得られなくなる。

#### 【0016】

本発明では、この弊害を取り除くために、対物レンズ 3 と試料 4 の間にシールド電極 8 を配置し、その中を通して電子ビーム  $E_b$  が試料 4 に照射されるようにする。シールド電極 8 は対物レンズ 3 とほぼ同一の電位(通常は接地電位)が与えられているため、シールド電極内には軸対称性の面で不正電界は発生しない。また、シールド電極 8 の先端部に取り付けられているリング電極 8a には、試料 4 に印加される電圧と同じ電圧(例えば  $-3\text{ kV}$ )か、これより若干低めの電圧(例えば  $-2.95\text{ kV}$ )を電源 13 によって印加する。これにより、試料 4 とシールド電極 8 の先端部とはほぼ同電位となるため、試料 4 とシールド電極 8 の先端部との間に特別な電界は発生しない。そのため、試料 4 を傾斜した状態でも、分解能低下の原因となる非点収差の発生が抑えられた状態で試料 4 に照射される。従って、試料 4 を傾斜した状態でも、試料像(2次電子像)を高分解能で観察することができる。

#### 【0017】

なお、制御装置 10 によるシールド電極 8 の位置制御は、試料 4 の垂直位置情報  $Z$  と、試料 4 の傾斜角度情報  $\theta$  の 2 つのパラメータから決定したシールド電極 8 の垂直位置情報  $Z$  をテーブルとして記憶しておき、その時その時の  $Z$ 、 $\theta$  の情報に基づいてテーブルから情報  $Z$  を読み出して行うようにすればよい。

#### 【0018】

図3は、図1におけるシールド電極8を移動させる移動機構9を、対物レンズ3と試料4間で光軸に直交する方向より光軸上に出し入れする方式に置き換えた実施例を示している。図3において、シールド電極8は光軸に直交するように配置される支持棒15の一端に支持されている。この支持棒15の他端は走査電子顕微鏡の試料室を貫通して大気側にまで延び、駆動機構16が取り付けられている。そして、駆動機構16を操作することにより、支持棒15を前後させれば、図3(a)、(b)に示すように、支持体15の先端に取り付けられているシールド電極8を、対物レンズ3と試料4の間の光軸上に挿脱することができる。

#### 【0019】

図3の実施例において、試料4を傾斜させる場合には、まず始めに、制御装置10は、シールド電極8が試料4と干渉せずに挿入できるように、試料4の垂直位置を設定する。次に、シールド電極8を図3(a)の位置に駆動機構16によって挿入し、シールド電極8のリング電極8aに試料4に印加されている負電圧とほぼ同じ電圧を印加する。これによって、前述した実施例と同様に、傾斜した状態であっても、高分解能の2次電子像を得ることができる。

#### 【0020】

以上、本発明の実施例の形態を説明したが、本発明は上記の形態に限定されるものではない。例えば、セミインレンズ型の対物レンズに限らず、対物レンズ3と試料4との間に電界が発生し、その電界の光軸に関する軸対称性が一次電子ビームEbに対して悪影響を与える走査電子顕微鏡であれば、本発明を適用することができる。また、2次電子検出器は対物レンズ内に配置したが、対物レンズ3の上部に配置してもよい。また、シールド電極8の下端面の形状は、試料傾斜の方向に合わせて適当な傾斜を持たせてもよい。

#### 【0021】

##### 【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明では、電子銃と、該電子銃から発生した電子ビームを細く集束して試料に照射するための対物レンズと、試料を電子ビームに対して傾斜させる試料傾斜手段と、試料に負電圧を印加するための電源とを備えた走査電子顕微鏡において、前記対物レンズと試料との間の電子ビーム通

路を囲むように配置される筒状のシールド電極と、該シールド電極の試料側の先端部に絶縁的に取り付けられる先端電極とを設け、前記シールド電極には対物レンズの磁極とほぼ同じ電位を与え、前記先端電極には前記試料とほぼ同電位を与え得るようにすることにより、リターディング法を用い、試料を傾斜させた場合でも軸外収差／非点収差等の発生が抑えられ、分解能の低下を防止することができる走査電子顕微鏡が提供される。

## 【 0 0 2 2 】

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の実施例である走査電子顕微鏡の概略構成図である。

#### 【図 2】

負電圧を試料に印加し、試料傾斜したときの対物レンズと試料間の電位分布を示す図である。

#### 【図 3】

本発明の他の実施例を示す概略構成図である。

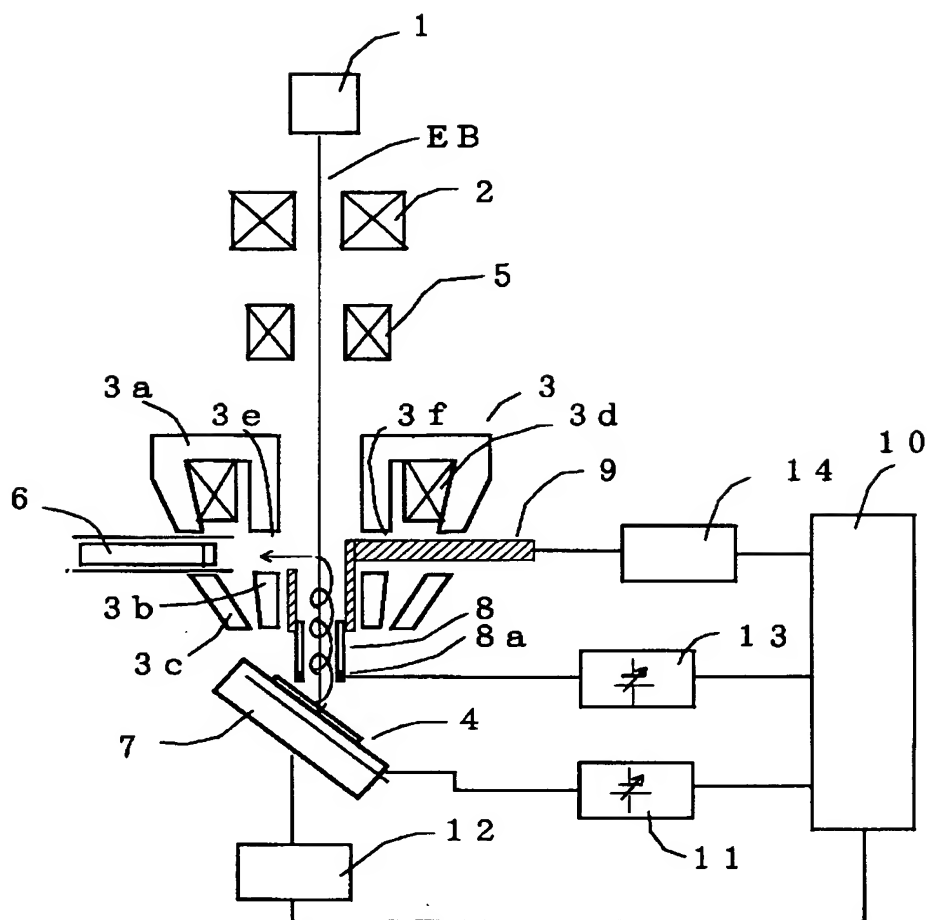
### 【符号の説明】

1…電子銃、2…集束レンズ、3…対物レンズ、4…試料、5…走査コイル、6…2次電子検出器、7…試料ステージ、8…シールド電極8、9…移動機構、10…制御装置、11、13…電源、14…移動機構制御回路、15…支持棒、16…駆動機構

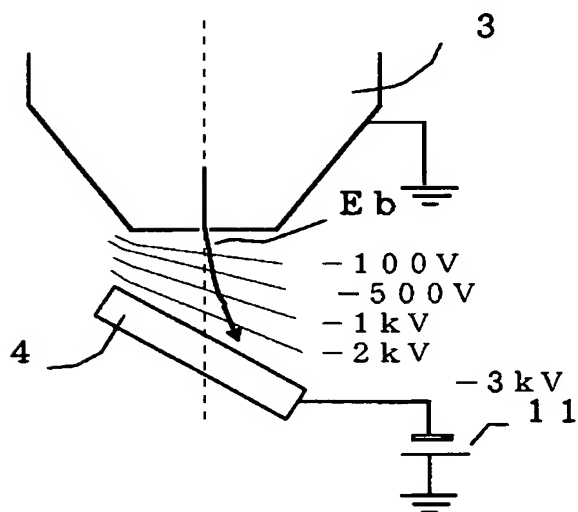
【書類名】

図面

【図 1】

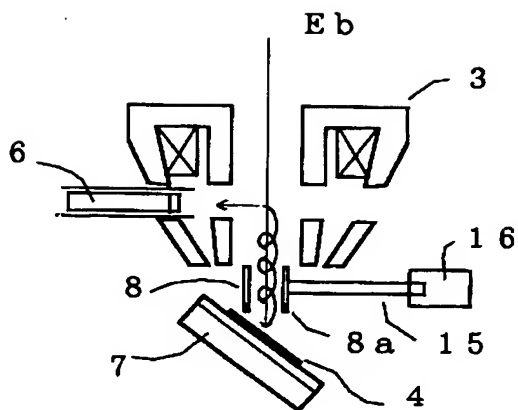


【図 2】

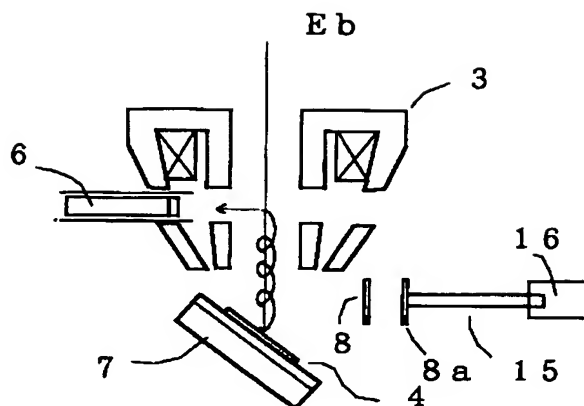


【図 3】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 試料に負電圧を印加するリターディング法を用い、試料を傾斜させた場合でも、非点収差の発生が抑えられ、分解能の低下を防止できる走査電子顕微鏡を提供する。

【解決手段】 電子銃 1 と、該電子銃 1 から発生した電子ビーム E b を細く集束して試料 4 に照射するための対物レンズ 3 と、試料を電子ビームに対して傾斜させる試料傾斜手段 7 と、試料 4 に負電圧を印加するための電源 11 とを備えた走査電子顕微鏡において、前記対物レンズ 3 と試料 4 との間の電子ビーム通路を囲むように配置される筒状のシールド電極 8 と、該シールド電極 8 の試料側の先端部に絶縁的に取り付けられる先端電極 8 a とを設け、前記シールド電極 8 には対物レンズとほぼ同じ電位を与え、前記先端電極 8 a には前記試料 4 とほぼ同電位を与え得るようにしたことを特徴とする。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 1 8 9 9 3 6
受付番号	5 0 2 0 0 9 5 2 1 9 0
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 7 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 6月28日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 1 8 9 9 3 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 2 7 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 7 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都昭島市武蔵野 3 丁目 1 番 2 号
氏 名	日本電子株式会社